

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-163713

(43)Date of publication of application : 19.06.1998

(51)Int.Cl.

H01P 5/02

H01P 3/08

(21)Application number : 08-320491

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 29.11.1996

(72)Inventor : KORIYAMA SHINICHI

KITAZAWA KENJI

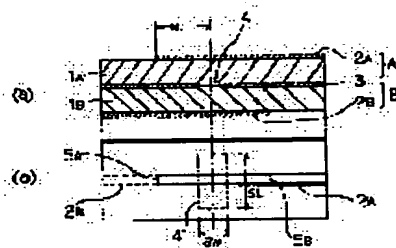
FUJII MIKIO

## (54) CONNECTION STRUCTURE OF HIGH FREQUENCY TRANSMISSION LINE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To set the transmission loss of a high frequency signal to be small and to transmit the signal in a vertical direction by permitting the various sizes of an electromagnetic connection part to satisfy a specified relation in accordance with the frequency of the transmitted high frequency signal and the dielectric rate of a dielectric.

**SOLUTION:** Micro strip lines A and B formed in different layers through the dielectrics 1A and 1B are electromagnetically connected. The end parts of center conductors 2A and 2B in the micro strip lines A and B are formed in symmetrical positions through a slot hole 4 provided for a ground layer 3 by making them face each other. When the frequency of the high frequency signal transmitted through the line is set to be  $f$  (GHz), the dielectric constant of the dielectrics 1A and 1B to be  $\epsilon$ , a distance to line end parts 5A and 5B from the center of the slot hole 4 of the first and second micro strip lines A and B to be  $ML$  (mm), the length of the longitudinal direction of the slot hole 4 to be  $SL$  (mm) and the width of the slot hole 4 to be  $SW$  (mm), the relations of the formulas are satisfied.



$$\begin{aligned} \frac{f}{10} & \leq \frac{ML}{\sqrt{\epsilon}} \leq \frac{1.5}{\sqrt{\epsilon}} \\ \frac{SL}{\sqrt{\epsilon}} & \leq SL \leq \frac{28.4}{\sqrt{\epsilon}} \\ \frac{SW}{\sqrt{\epsilon}} & \leq SW \leq \frac{1.0}{\sqrt{\epsilon}} \end{aligned}$$

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.11.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.04.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3323087

[Date of registration] 28.06.2002

[Number of appeal against examiner's decision] 2000-07876

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 25.05.2000

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-163713

(43)公開日 平成10年(1998)6月19日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 P 5/02  
3/08

識別記号

6 0 1

F I

H 0 1 P 5/02  
3/08

6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平8-320491

(22)出願日 平成8年(1996)11月29日

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

(72)発明者 郡山 慎一

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(72)発明者 北澤 謙治

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(72)発明者 藤井 幹男

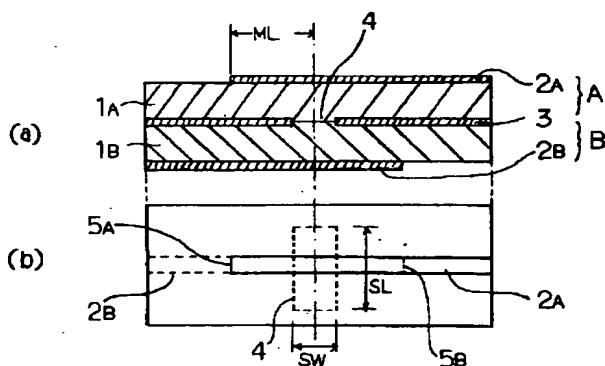
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(54)【発明の名称】 高周波伝送線路の結合構造

(57)【要約】

【課題】30GHz以上のミリ波信号を小さい損失で基板の垂直方向に伝送することが可能で、かつ量産性に優れた高周波用伝送線路の結合構造を提供する。

【解決手段】第1のマイクロストリップ線路Aと、スロット孔4を有するグランド層3と、第2のマイクロストリップ線路Bと、誘電体1A、1Bとを具備し、線路Aの端部5Aと、線路Bの端部5Bとをスロット孔4を介して対峙させることにより、線路Aと線路Bとを電磁結合してなる結合構造であって、伝送信号の周波数 $f$ 、誘電体の比誘電率 $\epsilon$ 、スロット孔4中心直上から線路端部5A、5Bまでの距離 $ML$ 、スロット孔の長さ $SL$ 、スロット孔の幅 $SW$ が特定の条件式を満足するように制御することにより、垂直方向の高周波信号の伝送損失が小さく、かつ $ML$ 、 $SL$ 、 $SW$ の電磁結合部の寸法が製造上の公差により若干変化したとしても特性変化が小さい量産性に優れた伝送線路の結合構造を実現できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】第 1 のマイクロストリップ線路と、スロット孔を有するグランド層と、第 2 のマイクロストリップ線路と、前記第 1 のマイクロストリップ線路と前記グランド層間および第 2 のマイクロストリップ線路と前記グランド層間に配設された誘電体とを具備し、前記第 1 のマイクロストリップ線路の端部と、前記第 2 のマイクロストリップ線路の端部とを前記スロット孔を介して対峙させることにより、前記第 1 のマイクロストリップ線路

$$\frac{21.6}{f \cdot \epsilon^{1/2}} \leq ML \leq \frac{151}{f \cdot \epsilon^{1/2}}$$

$$\frac{50.1}{f \cdot \epsilon^{1/2}} \leq SL \leq \frac{284}{f \cdot \epsilon^{1/2}}$$

$$2.04 \cdot ML - \frac{91.0}{f \cdot \epsilon^{1/2}} \leq SL \leq 2.07 \cdot ML + \frac{106}{f \cdot \epsilon^{1/2}}$$

$$0.05 \leq SW \leq 0.4$$

を満たすことを特徴とする高周波伝送線路の結合構造

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高周波半導体素子、受動部品、接続用端子間を相互に接続するための高周波伝送線路の結合構造に関し、特に、30GHz以上のミリ波領域の周波数の高い信号を小さな損失で伝送線路から他の伝送線路に伝達することのできる結合構造に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年社会の情報化が進み、情報の伝達は携帯電話に代表されるように無線化、パーソナル化が進んでいる。このような状況の中、さらに高速大容量の情報伝達を可能にするために、ミリ波(30~300GHz)領域で動作する半導体素子の開発が進んでいる。最近ではこのような高周波半導体素子技術の進歩にともない、その応用として車間レーダーや無線LANのようなミリ波の電波を用いたさまざまな応用システムも提案されるようになってきた。

【0003】例えば、ミリ波を用いた車間レーダー(1995年電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会、SC-7-6参照)、コードレスカメラシステム(1995年電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会、C-137参照)、高速無線LAN(1995年電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会、C-139参照)が提案されている。

【0004】このようにミリ波の応用はシステム構築の段階に入っており、必要とされる性能を満足しつつ、いかに形状とコストを小さくするかに開発の主体は移行しつつある。高周波回路の小型化と低コスト化を図るための手段の1つとして、回路素子を1つの基板上に実装し、モジュール化する方法がある。この方法により形状

と前記第2のマイクロストリップ線路とを電磁結合してなる高周波伝送線路の結合構造において、前記線路を伝送する高周波信号の周波数を $f$ (GHz)、前記誘電体の比誘電率を $\epsilon$ 、前記第1および第2のマイクロストリップ線路の前記スロット孔中心直上から線路端部までの距離を $ML$ (mm)、前記スロット孔の長さを $SL$ (mm)、スロット孔の幅を $SW$ (mm)としたとき、下記数1

## 【数1】

を小さくするには、できるだけ回路素子同士を近づけて実装する必要がある。そのために、素子間あるいは素子と基板外部とを接続する配線の形成密度が大きくなり、その配線を高密度に配設するには、配線を多層化する技術が必要不可欠になっている。

【0005】多層化された配線において伝達信号を伝達させるためには、伝達信号を垂直方向に伝送させて異なる層の配線間に接続する必要がある。このような他の層に形成された配線との接続には、通常ビアホール導体を用いられている。しかしビアホール導体を使ってミリ波信号のような周波数が高い信号を伝送させると、伝送損失が大きいくという問題があったため、小さい伝送損失で高周波信号を垂直方向に伝送できる伝送線路の結合構造が望まれている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】高周波信号を基板の垂直方向に伝送させる1つの手段として、従来よりパッケージや配線基板で多用されているビアホール導体を改良することが考えられる。(1995年電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会、C-326参照)。この試みではビアホール導体でのインピーダンスのミスマッチによる反射を抑えるために、ビアホール導体の周囲にグランド層を設け、同軸線路に類似した構造とすることが提案されている。

【0007】しかしながら、その伝送特性は信号周波数10GHzで反射が-18dB、損失が-2dBと伝送損失が大きく、10GHz以上の信号周波数では、さらに急激に特性が劣化している。これはビアホール導体に高周波信号を伝送させると、配線部分とビア部分での電磁界分布が大きく異なり、配線とビアの接続部分で急激に電磁界分布が変化するためであると考えられる。

【0008】つまり、配線部分では高周波信号に伴う磁

界は配線に垂直な面内で、配線を軸にした周回形状に発生する。ところがピアホール導体部分では高周波信号が配線部分と同じモードで伝送し、磁界は基板表面に平行な面内でピアホール導体を軸にした周回形状に発生し、配線とピアホール導体の接続部分で磁界の分布が90°回転してしまうのである。

【0009】このような配線とピアホール導体の接続部分での電磁界分布の変化を緩やかにするために、ピアホール導体を斜めに設け配線とピアホール導体のなす角度を鈍角にすることも考えられるが、そのようなピアホール導体の形成は難しく、加工性や量産性に問題がある。

【0010】一方、上記のピアホール導体に代わり、電磁結合を用いることも提案されている。この電磁結合構造としては、マイクロストリップ線路と他のマイクロストリップ線路とをグラウンド層に設けられたスロット孔を介して対峙させた構造からなる。

【0011】しかし、このような電磁結合構造での信号の伝送については、これまでマイクロ波帯の低い周波数において伝送可能であることの報告があるのみで、ミリ波のような周波数が高く、波長が誘電体の厚さに近い信号の伝達に適用できるのか否か、また伝達可能であっても挿入損失を実用に耐えうる程度に小さくするための具体的な構造については全く報告されていない。

【0012】本発明は、前記課題を解消せんとして成されたもので、その目的は、30GHz以上のミリ波等の高周波信号の損失が実用上も十分に小さく、かつ量産性に優れた、高周波信号を基板の垂直方向に伝送できる高周波伝送線路の結合構造を提供することを目的とするものである。

$$\frac{21.6}{f \cdot \epsilon^{1/2}} \leq ML \leq \frac{151}{f \cdot \epsilon^{1/2}}$$

$$\frac{50.1}{f \cdot \epsilon^{1/2}} \leq SL \leq \frac{284}{f \cdot \epsilon^{1/2}}$$

$$2.04 \cdot ML - \frac{91.0}{f \cdot \epsilon^{1/2}} \leq SL \leq 2.07 \cdot ML + \frac{106}{f \cdot \epsilon^{1/2}}$$

$$0.05 \leq SW \leq 0.4$$

【0016】を満たすことを特徴とするものである。

【0017】本発明の高周波伝送線路の結合構造によれば、高周波信号を基板に対して垂直に伝送させる手段として、第1のマイクロストリップ線路からグラウンド層に形成されたスロット孔を介して第2のマイクロストリップ線路に結合する電磁結合を用い、伝送する高周波信号の周波数、基板の比誘電率、マイクロストリップ線路のスロット孔中心直上から開放端までの距離、スロット孔の長さ、スロット孔の幅を前述した条件を満足するように定めることにより、高周波信号を垂直方向に低損失で伝送することができ、しかも前記各寸法が前記関係を満足する限りにおいて特性変化が小さく、量産性に優れた

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、上記課題について鋭意検討した結果、ミリ波信号を伝送するのにマイクロストリップ線路間をスロット孔を介して電磁結合させるにあたり、伝送する高周波信号の周波数と基板として用いる誘電体の誘電率に応じて電磁結合部の種々の寸法が特定の関係を満足する場合において、30GHz以上のミリ波であっても実用上問題ない程度に高周波信号の損失が小さく、且つ垂直方向に信号の伝達が可能ない線路の結合構造を実現できることを見いだした。

【0014】即ち、本発明の高周波伝送線路の結合構造は、第1のマイクロストリップ線路と、スロット孔を有するグラウンド層と、第2のマイクロストリップ線路と、前記第1のマイクロストリップ線路と前記グラウンド層間および第2のマイクロストリップ線路と前記グラウンド層間に配設された誘電体とを具備し、前記第1のマイクロストリップ線路の端部と、前記第2のマイクロストリップ線路の端部とを前記スロット孔を介して対峙させることにより、前記第1のマイクロストリップ線路と前記第2のマイクロストリップ線路とを電磁結合してなる高周波伝送線路の結合構造において、前記線路を伝送する高周波信号の周波数を  $f$  (GHz)、前記誘電体の比誘電率を  $\epsilon$ 、前記第1および第2のマイクロストリップ線路の前記スロット孔中心直上から線路端部までの距離を  $ML$  (mm)、前記スロット孔の長さを  $SL$  (mm)、スロット孔の幅を  $SW$  (mm) としたとき、下記数1

【0015】

【数1】

伝送線路の結合構造を提供できるのである。

【0018】その結果、この伝送線路の結合構造を多層化された高周波用の配線基板や高周波素子を搭載したパッケージなどに配設することにより、高信頼性の多層配線基板やパッケージを作製することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の高周波伝送線路の結合構造の基本構造の断面図を図1に示した。図1において、1A、1Bは誘電体、2Aは第1のマイクロストリップ線路の中心導体、2Bは第2のマイクロストリップ線路の中心導体、3はグラウンド層、4はグラウンド層に形成されたスロット孔である。

【0020】図1の結合構造によれば、誘電体1Aの上面には、第1のマイクロストリップ線路の中心導体2Aが形成され、誘電体1Bの上面には、グランド層3が形成され、さらに、誘電体1Bの下面には、第2のマイクロストリップ線路の中心導体2Bが形成されている。そして、グランド層3には、スロット孔4が形成されている。

【0021】上記の構造によれば、中心導体2Aとグランド層3との相互作用によって第1のマイクロストリップ線路Aが形成され、同様に中心導体2Bとグランド層3との相互作用によって第2のマイクロストリップ線路Bが形成される。

【0022】本発明は、誘電体1A、1Bを介して、異なる層間に形成されたマイクロストリップ線路A、B同士を電磁結合させるための構造であって、マイクロストリップ線路A、Bのそれぞれの中心導体2A、2Bの端部は、グランド層3に設けられたスロット孔4を介して対称となる位置に対峙して形成される。

【0023】なお、図1において、第1および第2のマイクロストリップ線路A、Bのスロット孔4の中心直上から線路端部5A、5Bまでの距離をML (mm)、スロット孔4の長手方向の長さをSL (mm)、スロット孔4の幅をSW (mm)と規定した。

【0024】図1の結合構造によれば、マイクロストリップ線路Aに給電された高周波信号は端部5Aに向かう進行波と、端部5Aで反射した後退波と重なる。そのため、マイクロストリップ線路Aにおけるスロット孔4の中心直上から線路端部5Aまでの距離MLを調整することにより、スロット孔4の直上での電流を大きくすることができる。スロット孔4直上での電流を最も大きくするためのMLは、伝送される信号の周波数とマイクロストリップ線路Aを構成する誘電体1Aの誘電率 $\epsilon$ によって変化する。

【0025】スロット孔4直上での電流を大きくする

$$\frac{21.6}{f \cdot \epsilon^{1/2}} \leq ML \leq \frac{151}{f \cdot \epsilon^{1/2}}$$

$$\frac{50.1}{f \cdot \epsilon^{1/2}} \leq SL \leq \frac{284}{f \cdot \epsilon^{1/2}}$$

$$2.04 \cdot ML - \frac{91.0}{f \cdot \epsilon^{1/2}} \leq SL \leq 2.07 \cdot ML + \frac{106}{f \cdot \epsilon^{1/2}}$$

$$0.05 \leq SW \leq 0.4$$

【0030】の関係式を満足する時、最も低損失で結合でき、具体的には、後述する実施例から明らかなように、周波数30～60GHzの信号において、挿入損失-4dB以下の損失で結合することができ、上記の条件を満足しない場合には、挿入損失は-4dBを越えるものとなり良好な結合ができなくなる。

【0031】図1に示されるようなマイクロストリップ

と、ここでの磁界も大きくなり、マイクロストリップ線路Aの中心導体2Aを軸に周回する強い磁界を伴う電磁界が発生する。スロット孔4の長さSLを調整すると、マイクロストリップ線路Aで発生している磁界によりスロット孔4にも強い電磁界が励起される。そうすると裏面のマイクロストリップ線路Bにも、中心導体2Bを軸に周回する強い磁界を伴う電磁界が発生し、マイクロストリップ線路Aに給電された高周波信号はスロット孔4を介して、マイクロストリップ線路Bに伝送されることになる。

【0026】この伝送線路による高周波信号の磁界は、ビアホール導体を用いた場合と異なり、常にマイクロストリップ線路に垂直な面内での周回形状となり、それがマイクロストリップ線路A、スロット孔4、マイクロストリップ線路Bへと結合により移行し、損失の小さな高周波信号の伝送を可能にしている。

【0027】また、上述した電磁結合は最も基本的な結合の形態であり、このような結合構造においては、前記MLは、信号波長の1/4波長相当長さ、前記SLは、信号波長の1/2波長相当長さに設定することが一部に報告されるが、30GHz以上のミリ波の信号伝送の場合、各部の寸法によっては例えばマイクロストリップ線路部が容量性となり、スロット孔部が誘導性となって全体として共振して結合することを見出し、これを利用して電磁結合部の各部の寸法が上記の設定以外に製造公差等により若干変化したとしても特性変化が小さく、損失の小さい伝送線路の結合を実現したものである。

【0028】かかる観点から、線路を伝送する高周波信号の周波数をf (GHz)、誘電体1A、1Bの比誘電率を $\epsilon$ した時、前記ML (mm)、SL (mm)およびSW (mm)の最適条件について検討した結果、下記数1

【0029】

【数1】

線路間の電磁結合構造における伝送特性は、各線路やグランド層を形成する導体の抵抗が小さいほど損失も小さくなる傾向にある。導体の種類として、W、Mo、Mo-Mn、Cu、Au、Al、Pt等が挙げられるが、これらの中でも電気抵抗が小さいCu、Au、Ag、Al等が最も望ましい。

【0032】また、誘電体としては、従来から配線基板

やパッケージにおける絶縁基板として用いられる無機質、有機質のあらゆるものが使用できるが、図1に示したような積層構造を形成する上で、各導体と誘電体とが同時に焼成することにより作製できるのがよい。

【0033】例えば、導体として、W、Mo等の高融点金属を用いる場合には、誘電体としては、アルミナ系セラミックス材料によって構成し、Cu、Au、Ag等の金属を用いる場合には、900～1100℃で焼成可能セラミックス、具体的には、ホウケイ酸系ガラス、焼結過程で結晶相を析出し得る結晶化ガラスや、非結晶化ガラス、あるいはこれらのガラスにフィラーとしてアルミナ、ジルコニア、コーディエライト、フォステライト、シリカ等を添加し焼成した、いわゆるガラスセラミック焼結体や、チタン酸マグネシウム、チタン酸カルシウム等の誘電体に焼結助剤として酸化ホウ素やアルカリ金属酸化物等を添加し焼成したセラミックス等、周知の材料が用いられる。

【0034】上記のような導体材料および誘電体材料を用いて、図1に示したような結合構造を作製するには、例えば、上記セラミック粉末をシート状に成形したグリーンシートの表面に各種導体金属を含むペーストを中心導体、スロット孔を有するグラウンド層のパターンに印刷したものを積層一体化し、所望の焼成温度で焼成することにより作製することができる。

【0035】本発明の高周波伝送線路の結合構造は、図1の構造を基本構造とするものであり、かかる構造を種々の高周波用として用いられる高周波用半導体パッケージなどの多層化された配線基板における信号伝送配線として利用することができる。その場合には、多層配線基板において、高周波信号を配線基板の積層方向に伝達する必要のある箇所に、図1の結合構造を採用すればよい。

【0036】

【実施例】

実施例1

誘電体として結晶性ホウケイ酸ガラスにフィラーとしてコーディエライトを40重量%添加した誘電率が5.6のガラスセラミックスを用い、またマイクロストリップ線路、グラウンド層を構成する導体として、Cuを用いて、窒素雰囲気中で940℃で同時焼成して図2に示したような2層構造の評価用配線基板6を作製した。図2は、作製した評価用配線基板6の伝送損失を測定するために金属ブロック7に接合したときの断面図である。図2によれば、評価用配線基板6を内側にキャビティ部8を有する金属ブロック7に載置し、評価用配線基板6は、測定用変換基板9とリボン10によって電氣的に接続されている。従って、評価用配線基板6は、測定の都合上、電磁結合部を2個含み、測定用変換基板9との接続位置が同一面となるように配置した。

【0037】図2によって測定される伝送損失は、電磁

結合部2個、測定用変換基板2個、リボン2個、リボンと電磁結合部を接続するマイクロストリップ線路2個、電磁結合部間を接続するマイクロストリップ線路1個の合計の損失になる。

【0038】測定用配線基板6の外形寸法は8.6mm×8.6mmとし、厚みが0.4mm、各導体層の厚み0.015mm、マイクロストリップ線路の幅は、0.3mmとし、マイクロストリップ線路のスロット孔中心直上からの線路端部までの距離ML(mm)、スロット孔の長さSL(mm)、スロット孔の幅SW(mm)を種々変化させた基板を作製し、60GHzおよび30GHzでの挿入損失を測定した。測定の結果を表1(60GHz)、表2(30GHz)に示す。

【0039】表1、表2に示した挿入損失は、図2による測定結果から得られた挿入損失値から、電磁結合部以外の損失を差し引いたものを2で割った値(すなわち、電磁結合1個あたりの挿入損失)である。なお、電磁結合部以外の損失は、電磁結合部を全く含まない単一のマイクロストリップ線路を形成した基板を前記評価用配線基板と同一形状にて作製し、マイクロストリップ線路の両端をリボンで接続し測定した。

【0040】

【表1】

$\epsilon = 5.6$ ,  $f = 60 \text{ GHz}$

試料 No.	ML (mm)	SL (mm)	SW (mm)	挿入損失 (dB)
*1	0.97	2.12	0.2	-14.5
*2	0.49	1.88	0.2	-6.2
3	0.61	1.88	0.2	-2.8
4	0.73	1.88	0.2	-2.6
5	0.97	1.88	0.2	-2.7
6	1.03	1.88	0.2	-3.0
*7	1.09	1.88	0.2	-15.5
8	0.49	1.53	0.2	-1.9
9	0.61	1.53	0.2	-1.3
10	0.73	1.53	0.2	-0.6
11	0.97	1.53	0.2	-2.0
12	1.03	1.53	0.2	-2.6
*13	1.09	1.53	0.2	-4.5
*14	0.12	1.06	0.2	-5.0
15	0.18	1.06	0.2	-2.7
16	0.24	1.06	0.2	-1.4
17	0.49	1.06	0.2	-0.5
18	0.61	1.06	0.2	-1.1
*19	0.12	0.47	0.2	-12.0
20	0.18	0.47	0.2	-2.3
21	0.24	0.47	0.2	-1.8
22	0.49	0.47	0.2	-1.0
*23	0.61	0.47	0.2	-4.3
*24	0.24	0.24	0.2	-13.2
25	0.49	0.82	0.05	-0.8
26	0.49	0.82	0.1	-0.6
27	0.49	0.82	0.4	-0.6
*28	0.49	0.82	0.6	-6.7

\*印は本発明の範囲外の試料を示す。

【0041】

【表2】

$\epsilon = 5.6, f = 30 \text{ GHz}$ 

試料 No.	ML (mm)	SL (mm)	SW (mm)	挿入損失 (dB)
*29	1.94	4.24	0.2	-12.1
*30	0.97	3.76	0.2	-5.9
31	1.21	3.76	0.2	-2.0
32	1.46	3.76	0.2	-1.8
33	1.94	3.76	0.2	-1.8
34	2.06	3.76	0.2	-2.1
*35	2.19	3.76	0.2	-8.9
36	0.97	3.76	0.2	-1.2
37	1.21	3.06	0.2	-0.7
38	1.46	3.06	0.2	-0.4
39	1.94	3.06	0.2	-1.0
40	2.06	3.06	0.2	-1.5
*41	2.19	3.06	0.2	-4.0
*42	0.24	2.12	0.2	-4.3
43	0.36	2.12	0.2	-1.6
44	0.49	2.12	0.2	-0.9
45	0.97	2.12	0.2	-0.3
46	1.21	2.12	0.2	-0.7
*47	0.24	0.94	0.2	-11.6
48	0.36	0.94	0.2	-1.9
49	0.49	0.94	0.2	-1.0
50	0.97	0.94	0.2	-0.7
*51	1.21	0.94	0.2	-4.1
*52	0.49	0.49	0.2	-12.6

\*印は本発明の範囲外の試料を示す。

【0042】表1、表2の結果によれば、ML、SLおよびSWの値が、前述した特定条件を満足する場合にお

 $\epsilon = 20.0, f = 60 \text{ GHz}$ 

試料 No.	ML (mm)	SL (mm)	SW (mm)	挿入損失 (dB)	備考
*53	0.13	0.87	0.2	-10.0	
54	0.26	0.87	0.2	-1.1	
55	0.39	0.87	0.2	-0.4	
56	0.51	0.87	0.2	-1.5	
57	0.13	0.62	0.2	-2.5	
58	0.26	0.62	0.2	-2.3	
59	0.39	0.62	0.2	-0.6	
*60	0.51	0.62	0.2	-7.7	
61	0.13	0.37	0.2	-2.4	
62	0.26	0.37	0.2	-1.0	
*63	0.39	0.37	0.2	-5.5	
*64	0.51	0.37	0.2	-13.8	
65	0.39	0.62	0.2	-0.9	W導体

\*印は本発明の範囲外の試料を示す。

【0046】表3の結果より、ML、SL、SWが本発明の条件を満足する場合において、-4 dB以下の結合が実現しており、条件を満足しない場合において、挿入損失が-4 dBよりも大きくなることがわかった。また、誘電体の誘電率が大きくなってもこの関係は変化しないことがわかる。

【0047】但し、試料No. 59と試料No. 65とを比較すると導体にタングステンを用いても挿入損失は小さいが、電気抵抗が小さいCuを用いた方がさらに挿入損失が小さくなることがわかる。

【0048】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明の高周波伝送線路の結合構造によれば、高周波信号を基板に対して垂直に伝送させる手段として、信号がマイクロストリップ線路を用いてグランド層に形成されたスロット孔を介し

いて、挿入損失が-4 dB以下の結合が実現していることがわかる。しかも、伝送する信号の周波数が30 GHzから60 GHzに変化してもこの関係は変化しないことがわかる。

【0043】実施例2

誘電体として、実施例1の誘電率が低いガラスセラミックスに代えて、チタン酸マグネシウム、チタン酸カルシウムと、さらに焼結助剤として酸化ホウ素、酸化リチウムを添加した誘電率が20の高誘電率誘電体磁器材料を、導体材料としてCuを用いて実施例1と同様に評価用配線基板を作製し、周波数60 GHzにおける挿入損失を測定した。

【0044】また導体材料が異なる場合として、前記高誘電率誘電体磁器材料組成から焼結助剤を除いた組成で、導体にタングステンを用い、加湿した還元雰囲気（水素10%、窒素90%、露点20℃）で1500℃で同時焼成して、配線基板（試料No. 65）を作製し、実施例1と同様にして挿入損失を測定した。結果は表3に示した。

【0045】

【表3】

てマイクロストリップ線路に結合する電磁結合を用い、伝送する高周波信号の周波数f、基板の比誘電率 $\epsilon$ 、マイクロストリップ線路のスロット孔中心直上から開放端までの距離ML、スロット孔の長さSL、スロット孔の幅SWを特定関係を満足する寸法に調整することにより、高周波信号の伝送損失が小さく、かつML、SL、SW等の電磁結合部の寸法が製造上の公差により若干変化したとしても特性変化が小さい、量産性に優れた伝送線路の結合構造を実現できる。その結果、この結合構造を具備する多層配線基板や高周波素子を搭載、収納するパッケージ等の信頼性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の高周波伝送線路の結合構造の基本的構造を説明するための図であり、(a)は断面図、(b)は平面図である。



【図2】本発明の実施例における挿入損失の測定方法を説明するための図である。

【符号の説明】

1 A、1 B 誘電体

2 A、2 B 中心導体

A 第1のマイクロストリップ線路

B 第2のマイクロストリップ線路

3 グランド層

4 スロット孔

5 A、5 B 端部

6 評価用配線基板

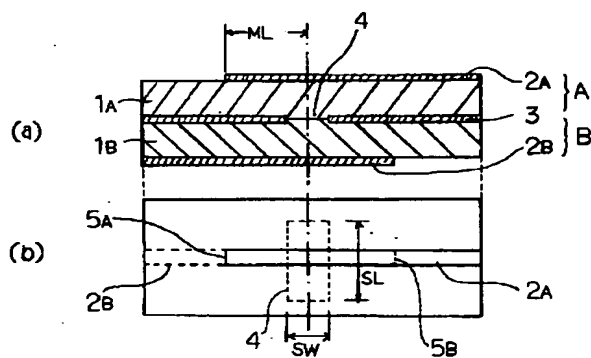
7 金属ブロック

8 キャビティ

9 測定用変換基板

10 リボン

【図1】



【図2】

